

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

12 NOV. 2004



EPOU/M9999

REC'D	19 NOV 2004
WIPO	PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen: 203 19 752.6

Anmeldetag: 20. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: Ettlinger Kunststoffmaschinen GmbH,
86343 Königsbrunn/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum kontinuierlichen Filtern von
Materialgemischen

IPC: B 01 D, B 29 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 28. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

BEST AVAILABLE COPY

Vorrichtung zum kontinuierlichen Filtern von Materialgemischen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Filtern von Materialgemischen, insbesondere zur Abtrennung von Verunreinigungen aus Kunststoffschmelzen, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Gebrauchte Kunststoffe oder Kunststoffabfälle weisen üblicherweise hohe Anteile an Fremdstoffen, wie z.B. Metallteile, Papierreste, Glas, Sekundärkunststoffe und dgl. auf. Diese Fremdstoffe oder Verunreinigungen müssen vor der Wiederverwertung der Kunststoffe in der Regel entfernt werden. Dies erfolgt vielfach dadurch, dass die gebrauchten Kunststoffe durch Erwärmung zunächst plastifiziert werden und die Kunststoffschmelze anschließend filtriert wird. Hierfür werden so genannte Schmelzefilter eingesetzt, durch welche die metallischen oder nichtmetallischen Fremdstoffe oder höverschmelzende Kunststoffe abgetrennt werden. Um eine kontinuierliche und störungsfreie Filtrierung zu ermöglichen, müssen die Schmelzefilter jedoch ständig gereinigt werden.

Aus der US 4 470 904 ist eine gattungsgemäße Trennvorrichtung bekannt, bei der die verschmutzte Kunststoffschmelze in den Innenraum eines in einem Gehäuse angeordneten hohlzylindrischen Filterkörpers gepresst wird. In dem Innenraum des Filterkörpers ist eine zu diesem koaxiale drehantriebene Schaberwelle angeordnet, die mit der Innenwand des Filterkörpers einen inneren Ringraum begrenzt und an ihrer Außenseite mehrere, schräg zur Achsrichtung verlaufende und sich zu einer Schneckenwendel ergänzende Schaber trägt. Die von dem Filterkörper an seiner Innenseite zurückgehaltenen Rückstände werden von den Schabern durch die Rotation der Schaberwelle zu einem dem Einlassende des inneren Ringraums axial gegenüberliegenden Materialauslass längs des Filterkörpers transportiert. Die Schaber werden von ihrer Innenseite federnd an die Innenfläche des Filterkörpers angedrückt. Bei einer derartigen federnden Anstellung der Schaber besteht jedoch das Problem, dass die Schaber infolge des Druckes der Kunststoffschmelze von der Oberfläche des Filterkörpers abgehoben werden können und dadurch ihre Wirkung verlieren. Ein zu hoher Anstelldruck führt andererseits zu einer erhöhten Reibung zwischen dem Filterkörper und den Schabern, was mit einem schnelleren Verschleiß verbunden ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine verbesserte Beseitigung der an dem Filterelement zurückgehaltenen Rückstände ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass der Anpressdruck des Abstreifers automatisch ohne Eingriffe von außen an die tatsächlichen Verhältnisse angepasst werden kann. Wenn z.B. der Druck des zugeführten Materials steigt und sich damit die Gefahr eines Abhebens des Abstreifers erhöht, wird gemäß der Erfindung auch der Anpressdruck des Abstreifers automatisch ohne Eingriff von außen erhöht. Wenn der Druck des zugeführten Materials dagegen fällt, wird auch der Anpressdruck des Abstreifer entsprechend reduziert und dadurch die Reibung zwischen dem Abstreifer und dem Filterelement verringert.

In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung ist der Druckaufnehmer ein hydraulischer Druckgeber, der den Druck des zugeführten Materials stromaufwärts des Filterelements erfaßt und in ein hydraulisches Steuersignal umwandelt. Das Stellglied besteht aus einem mit dem hydraulischen Druckgeber über eine Hydraulikleitung verbundenen Stellzylinder, durch den der Steuerdruck in einen Anpressdruck für den Abstreifer umgewandelt wird.

Der Druckaufnehmer kann aber auch ein elektrischer Druckgeber sein, der entsprechende Steuersignale für ein Druckregelventil oder ein elektrisches Stellglied liefert.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die Filterrückstände in radialer Richtung von der Filteroberfläche abgehoben und damit auf schnellstem Weg von der Filteroberfläche entfernt. Die Rückstände werden nicht an der Filteroberfläche axial entlang geschoben, so dass der Verschleiß verringert und die Standfestigkeit der Vorrichtung verbessert werden kann. Durch die geringeren abrasiven Beanspruchungen des Filters können auch einfacher aufgebaute und kostengünstigere Filter verwendet werden.

Das durch den Abstreifer abgehobene Material wird zweckmäßigerweise durch eine Förderschnecke oder dgl. abtransportiert. Das Filterelement und die Förderschnecke können gesondert angetrieben werden, so dass eine getrennte Regelung von Reinigungs- und Fremdstoffaustragsgeschwindigkeit ermöglicht wird. Durch eine derartige Regelung kann eine sehr hohe Fremdstoffkonzentration und somit eine hohe Ausbeute des Primärmaterials erzielt werden. Die Fördervorrichtung besteht in einer zweckmäßigen Ausführung aus einer motorisch drehangetriebenen Förderschnecke. Die Drehzahlen des Filters und der Förderschnecke sind getrennt steuerbar, wodurch eine sehr hohe Störstoffkonzentration bei einer optimalen aktiven Filterfläche erreicht werden kann. Je nach Kunststoffart können das Filter und die Förderschnecke gleiche oder entgegengesetzte Drehrichtungen aufweisen.

Weitere Besonderheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Trennvorrichtung in einem Längsschnitt;

Figur 2 einen Querschnitt der Trennvorrichtung von Figur 1;

Figur 3 einen Querschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Trennvorrichtung;

Figur 4 eine erste Ausführungsform einer Anstelleinrichtung zum Anpressen eines Abstreifers an das Filterrohr und

Figur 5 eine zweite Ausführungsform einer Anstelleinrichtung.

Die in Figur 1 schematisch dargestellte Filtervorrichtung zum Filtern verunreinigter Kunststoffschnelzen enthält ein Gehäuse 1, in dem ein hohlzylindrisches Filterelement 2 um eine Mittelachse 3 drehbar angeordnet ist. Das Filterelement 2 ist auf einer motorisch angetriebenen Trägerwelle 4 montiert. Diese enthält einen im Gehäuse 1 gelagerten schlankeren Antriebsteil 5, einen verbreiterten Aufnahmeteil 6 für den Schnelzefilter 2 und einen schlankeren Lagerzapfen 7, der in einer entsprechenden Bohrung 8 eines am Gehäuse 1 befestigten Lagerdeckels 9 drehbar gelagert ist.

Das Filterelement 2 besteht aus einem mit einer Vielzahl radialer Durchgangsöffnungen 10 versehenen Filterrohr 11 und einem mit der Trägerwelle 4 formschlüssig verbundenen, hohlzylindrischen Stützkörper 12, auf den das Filterrohr 11 aufgeschrumpft ist. Das siebförmige Filterrohr 11 kann z.B. aus einem mit den Durchgangsöffnungen 10 versehenen Stahlblech gefertigt sein, das zu einem Rohr gebogen und anschließend verschweißt wird. Es wird zweckmäßigerweise aus einem verschleißfesten und korrosionbeständigen Stahl hergestellt und gehärtet. Das Filterrohr 11 kann auch mit Oberflächenbeschichtungen versehen werden, durch welche die Verschleißfestigkeit und sonstige Eigenschaften verbessert werden können. Die Durchgangsöffnungen 10 sind als Bohrungen mit einem sich in Strömungsrichtung erweiternden Querschnitt ausgeführt. Die Durchgangsöffnungen 10 können sich z.B. nach außen konisch verjüngen. Der hohlzylindrische Stützkörper 12 hat an seiner Außenseite mehrere als umlaufende Nut oder Flachgewinde ausgeführte Sammelkanäle 13, von denen mehrere in Umfangsrichtung gleichwinklig beabstandete radiale Abströmbohrungen 14 nach innen führen.

Wie aus den Figuren 1 und 2 hervorgeht, münden die radialen Abströmbohrungen 14 in axiale Sammelschlüsse 15, die innerhalb der Trägerwelle 4 in gleichen Winkelabständen wie die Abströmbohrungen über den Umfang des erweiterten Aufnahmeteils 6 verteilt angeordnet sind und einen Innenraum zum Sammeln des gefilterten Materials bilden. Die sich in Strömungsrichtung erweiternden Sammelschlüsse 15 führen zu einem zentralen Sammelkanal 16, der über einen schrägen Abschnitt in einen ersten Ringkanal 17 innerhalb des Gehäuses 1 mündet. Von dem ersten Ringkanal 17 führt eine erste seitliche Bohrung innerhalb des Gehäuses 1 zu einem Austrittskanal 18 eines Anschlussstutzens 19. In dem Anschlussstutzen 19 befindet sich auch ein Eintrittskanal 20, der über eine zweite seitliche Bohrung innerhalb des Gehäuses 1 zu einem zweiten Ringkanal 21 im Gehäuse 1 führt. Dieser Ringkanal 21 steht mit einem Ringraum 22 in Verbindung, der zwischen der Innenwand des Gehäuses 1 und der Außenwand des Filterrohrs 11 begrenzt wird.

Wie aus Figur 2 hervorgeht, ist in dem unteren Teil des Gehäuses 1 ein in Axialrichtung über die gesamte Länge des Filterrohrs 11 verlaufender und an dessen Außenseite anliegender Abstreifer 23 in Form einer Klinge, eines Messers oder dgl. derart angeordnet, dass die am Filterelement 2 zurückgehaltenen Rückstände oder Verunreinigungen in radialer Richtung auf kürzestem Weg ohne über das Filterelement zu schleifen abgeführt werden. Der Abstreifer 23 ist schräg zur Außenfläche des Filterelements 2 und zu dessen Drehrichtung hin geneigt

angeordnet. Bei der dargestellten Ausführung ist der Abstreifer 23 z.B. unter einem Anstellwinkel α im Bereich von 45° zu einer Mittelebene 40 des Filterelements 2 angeordnet und wird durch eine im folgenden noch näher beschriebene und in Figur 4 schematisch dargestellte Anstelleinrichtung an die Außenwand des Filterrohrs 11 angedrückt. In unmittelbarer Nähe des Abstreifers 23 ist innerhalb des Gehäuses 1 eine zur Mittelachse 3 des Filterelements 2 parallele Förderschnecke 24 angeordnet, die an der Außenseite des Filterelements 2 entlang bis zu einer Austrittsöffnung führt. Die Förderschnecke 24 ist so angeordnet, dass die durch den Abstreifer 23 radial abgestreiften Rückstände unmittelbar an die Förderschnecke 24 übergeben und von dieser in Richtung des Pfeils 25 von Figur 1 nach außen abtransportiert werden. Bei der in Figur 2 gezeigten Ausführung ist der Abstreifer 23 an einer die Förderschnecke 24 umgebenden und innerhalb des Gehäuses 1 drehbar angeordneten Hohlwelle 26 befestigt, die über einen Verstellhebel 27 drehbar ist. Dadurch kann der Anstellwinkel α und die Anpresskraft des Abstreifers 23 verändert werden. In der Hohlwelle 26 sind im Bereich des Materialaustritts der Förderschnecke 24 Kühlkanäle 29 vorgesehen. Über diese kann eine Kühlung des durch die Förderschnecke 24 abtransportierten Materials erreicht werden, um eine thermische Sperre zu bilden.

Der Abstreifer 23 kann auch in einer vorgegebenen Winkelstellung im Gehäuse 1 montiert sein, wie dies in Figur 3 gezeigt ist. Dort ist der Abstreifer 23 in einem schrägen Schlitz 31 im Gehäuse 1 verschiebbar geführt und wird durch ein Stellglied einer nachfolgend noch näher beschriebenen Anstelleinrichtung an die Außenseite des Filterrohrs 11 angedrückt.

An dem Anschlussstutzen 19 sind im Bereich des Eintrittskanals 20 ein eingangsseitiger Massedruckaufnehmer 35 und im Bereich der Austrittskanals 18 ein ausgangsseitiger Massedruckaufnehmer 34 vorgesehen. Diese sind an eine Regelelektronik 36 zur Steuerung der Filtervorrichtung angeschlossen. Über die Regelelektronik 36 kann so z.B. die Drehbewegung des Filterkörpers 2 und der Förderschnecke 24 in Abhängigkeit von einem erfassten Differenzdruck gesteuert werden. Dadurch ist es möglich, das Filterelement 2 und die Förderschnecke 24 entsprechend zweier vorgegebener Druckwerte (max-min) intermittierend drehen zu lassen und so den Verschleiß zu reduzieren. Zwischen dem Eintrittskanal 20 und dem Austrittskanal 18 ist ein durch den Anschlussstutzen 19 und das Gehäuse 1 verlaufender Drainagekanal 41 angeordnet. Dadurch kann verhindert werden, dass Fremdstoffanteile über die Lagerstelle auf die Gutseite gelangen.

In Figur 4 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anstelleinrichtung zum Anpressen des in Form eines Messers oder einer Klinge ausgeführten Abstreifers 23 an die Außenseite des Filterrohrs 11 in Abhängigkeit vom Druck des zugeführten Materialgemisches gezeigt. Die Anstelleinrichtung besteht aus einem Druckaufnehmer 42 zur Erfassung des Drucks des Materialgemisches stromaufwärts des Filterelements 2 und einem mit dem Druckaufnehmer 42 verbundenen Stellglied 43 zur Einstellung des Anpressdrucks des Abstreifers 23 in Abhängigkeit von dem durch den Druckaufnehmer 42 erfassten Druck. Bei der in Figur 4 gezeigten hydraulischen Anstelleinrichtung ist der Druckaufnehmer 42 ein hydraulischer Druckgeber mit einem innerhalb eines Kolbengehäuses 44 verschiebbaren Druckkolben 45, der an seiner einen Stirnseite mit einem gegenüber dem Kolbengehäuse 44 vorstehenden Druckbolzen 46 verbunden ist. Durch die andere Stirnseite des Druckkolbens 45 und das Kolbengehäuse 44 wird eine mit Hydraulikfluid gefüllte Druckkammer 47 begrenzt. Der Druckaufnehmer 42 ist an dem Anschlussstutzen 19 derart angebracht, dass der Druckbolzen 46 in den Eintrittskanal 20 ragt.

Das Stellglied 43 besteht aus einem Stellzylinder, der einen innerhalb eines Zylindergehäuses 32 verschiebbaren Druckkolben 33 mit einer nach außen vorstehenden Kolbenstange 48 enthält. Das vordere Ende der Kolbenstange 48 ist mit dem Abstreifer 23 verbunden. Die hintere Stirnfläche des Druckkolbens 33 begrenzt mit dem Zylindergehäuse 32 einen Druckraum 49, der über eine Hydraulikleitung 50 mit der Druckkammer 47 des Druckaufnehmers 42 in Verbindung steht. Innerhalb des Zylindergehäuses 32 ist eine Druckfeder 51 zur Erzeugung einer auf den Druckkolben 33 wirkenden Rückstellkraft angeordnet. Der Stellzylinder kann auch als doppeltwirkender Differentialzylinder mit einem zusätzlichen Druckanschluss 52 zur Rückstellung ausgeführt sein.

Über den Druckbolzen 46 wird der Druck des durch den Eintrittskanal 20 zugeführten Materials auf den Druckkolben 45 übertragen, der in der Druckkammer 46 einen entsprechenden Steuerdruck erzeugt. Dieser Steuerdruck liegt über die Hydraulikleitung 50 auch in dem Druckraum 49 des Stellglieds 43 an und sorgt dafür, dass der Abstreifer 23 über den Druckkolben 33 und die Druckstange 48 an das Filterrohr 11 angepresst wird. Wenn der Druck in dem Eintrittskanal 20 steigt, wird auch der Abstreifer 23 stärker an das Filterrohr 11 angedrückt.

In Figur 5 ist eine weitere Möglichkeit einer Anstelleinrichtung gezeigt. Dort ist an dem Anschlussstutzen 19 ein elektrischer Druckgeber 53 vorgesehen, der den Druck der Kunststoffschmelze innerhalb des Eintrittskanals 20 erfasst und in dazu proportionale elektrische Signale umwandelt. Die von dem Druckgeber 53 gelieferten Signale werden in einer Steuerelektronik 54 in entsprechende Steuersignale für ein Druckregelventil 55 umgewandelt. Das Druckregelventil 55 ist über eine Druckleitung 56 mit dem Stellglied 43 verbunden. Durch das Druckregelventil 55 kann dann der Steuerdruck des hydraulischen Stellglieds 43 und damit der Anpressdruck des Abstreifers 23 in Abhängigkeit von dem durch den Druckgeber 53 erfassten Druck eingestellt werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann das Stellglied auch als elektrischer Stellantrieb ausgeführt sein, durch den der Anpressdruck des Abstreifers 23 in Abhängigkeit von dem durch den elektrischen Druckgeber 53 erfassten Druck automatisch eingestellt wird.

Bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung wird das verunreinigte Materialgemisch (vorwiegend plastische Kunststoffmasse) gemäß Figur 1 an der Eintrittsöffnung 20 in Richtung des Pfeils 37 unter Druck in den Ringraum 22 und durch die feinen Durchgangsöffnungen 10 im Filterrohr 11 des rotierenden Filterkörpers 2 gepresst. Das gefilterte Material gelangt über das Filterrohr 11 und den Stützkörper 12 mit den Sammelrillen 13 und den Abströmbohrungen 14 über die Trägerwelle 6 zu der Austrittsöffnung 18 und kann dort in Pfeilrichtung 38 entnommen werden. Die am Filterrohr 11 zurückgehaltenen Rückstände werden durch den Abstreifer 23 bei der Drehung des Filterohres 11 abgehoben und unmittelbar an die rotierende Förderschnecke 24 weitergegeben ohne das Filter weiter zu berühren. Die Rückstände werden dann von der Förderschnecke 24 zu einem Ausgang transportiert und können dort in Pfeilrichtung 25 abgegeben werden.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann eine Filterung z.B. auch mit einer von innen nach außen gerichteten Strömungsrichtung erfolgen, wobei der Abstreifer dann an der Innenseite des hohlzylindrischen Filterkörpers angebracht ist. Das Filterelement kann außerdem stationär und der Abstreifer drehbar ausgeführt sein.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum kontinuierlichen Filtern von Materialgemischen, insbesondere zur Abtrennung von Verunreinigungen aus Kunststoffschmelzen, mit einem innerhalb eines Gehäuses (1) angeordneten hohlzylindrischen Filterelement (2), einem von der Außenseite des Filterelements (2) und einer Innenwand des Gehäuse (1) begrenzten Ringraum (22) und mindestens einem mittels einer Anstelleinrichtung an den Filterkörper (2) anpressbaren Abstreifer (23) zur Entfernung der am Filterelement (2) zurückgehaltenen Verunreinigungen bei einer Relativbewegung von Filterelement (2) und Abstreifer (23), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anstelleinrichtung einen Druckaufnehmer (42, 53) zur Erfassung des Drucks des Materialgemisches stromaufwärts des Filterkörpers (2) und ein mit dem Druckaufnehmer (42) verbundenes Stellglied (43) zur Einstellung des Anpressdrucks des Abstreifers (23) in Abhängigkeit von dem durch den Druckaufnehmer (42) erfassten Druck enthält.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckaufnehmer ein hydraulischer Geberzylinder (42) ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Geberzylinder (42) einem innerhalb eines Kolbengehäuses (44) verschiebbaren Druckkolben (45) und einem in einen Eintrittskanal (20) ragenden Druckbolzen (46) enthält.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Stellglied (43) ein hydraulischer Stellzylinder (32, 33, 48) ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hydraulische Stellzylinder (32, 33, 48) einen innerhalb eines Zylindergehäuses (32)

verschiebbaren Druckkolben (33) und eine mit dem Abstreifer (23) verbundene Kolbenstange (48) enthält.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckaufnehmer (42) und das Stellglied (43) über eine Hydraulikleitung (50) miteinander verbunden sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckaufnehmer ein elektrischer Druckgeber (53) ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Druckgeber (53) über eine Steuerelektronik (54) und ein Druckregelventil (55) mit dem Stellglied (43) verbunden ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Filterelement (2) innerhalb des Gehäuses (1) um eine Mittelachse (3) motorisch drehbar angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstreifer (23) schräg zum Filterelement (2) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstreifer (23) mit einem Anstellwinkel (α) zu einer Mittelebene (40) des Filterelements (2) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anstellwinkel (α) des Abstreifers (23, 28, 30) veränderbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Gehäuse (1) eine in unmittelbarer Nähe des Abstreifers (23) vorgesehene

Förderschnecke (24) zum Abtransport der durch den Abstreifer (23, 28, 30) vom Filterelement (2) radial entfernten Verunreinigungen angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der motorisch drehangetriebene Filter (2) und die Förderschnecke (24) getrennt antreibbar sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehzahl des Filterelements (2) und die Drehzahl der Förderschnecke (24) getrennt steuerbar sind.

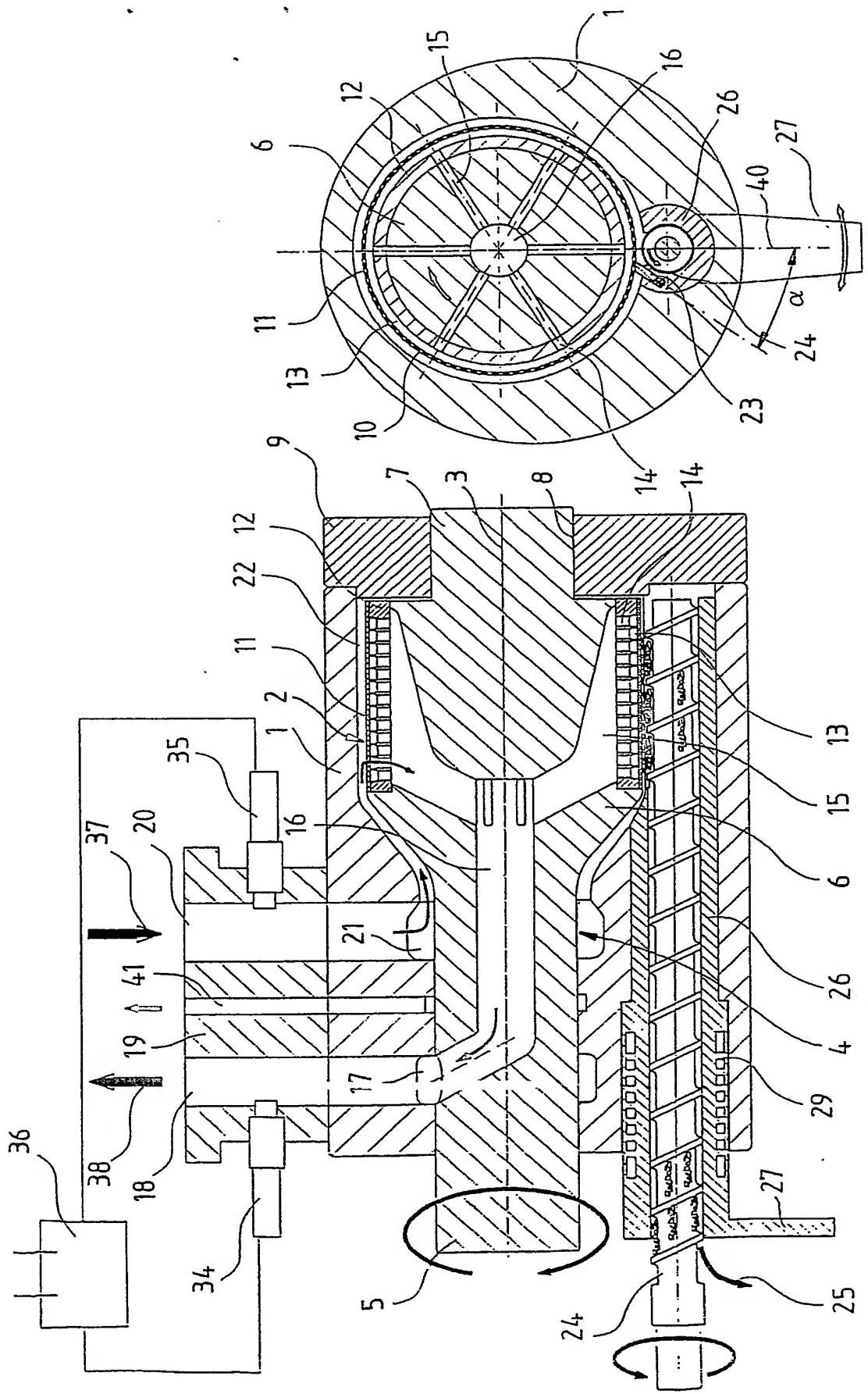


Fig. 2

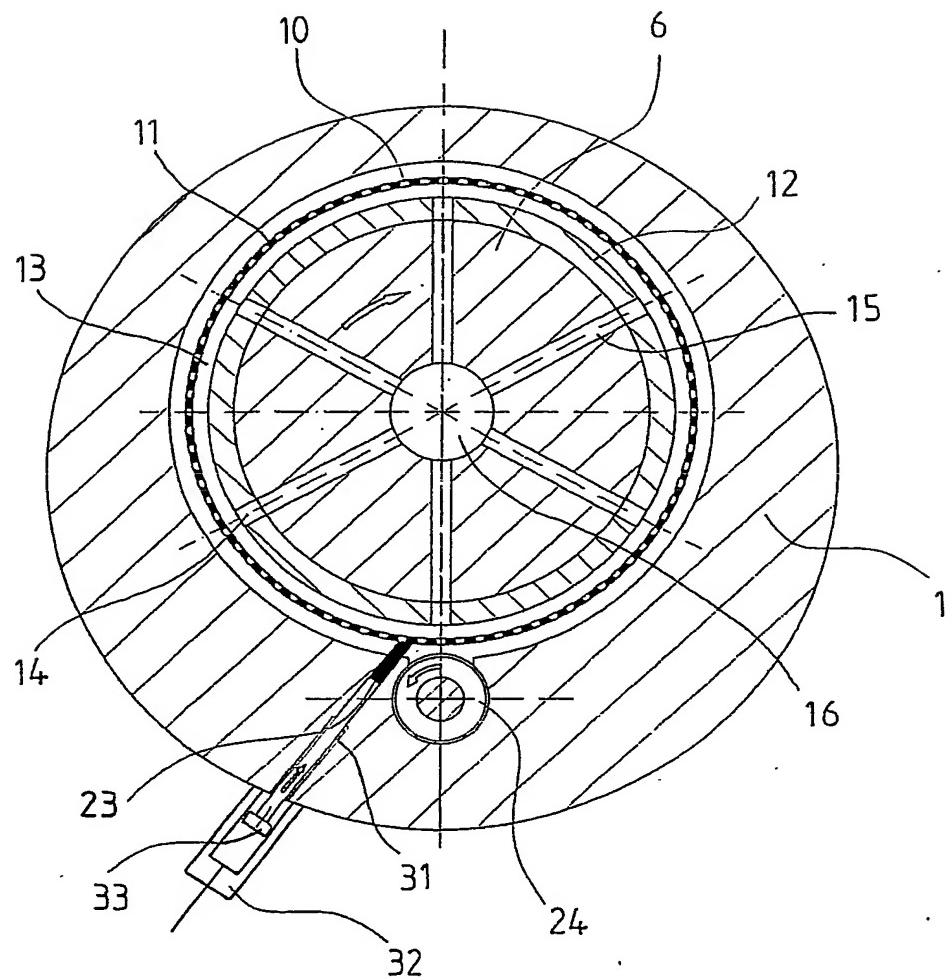


Fig. 3

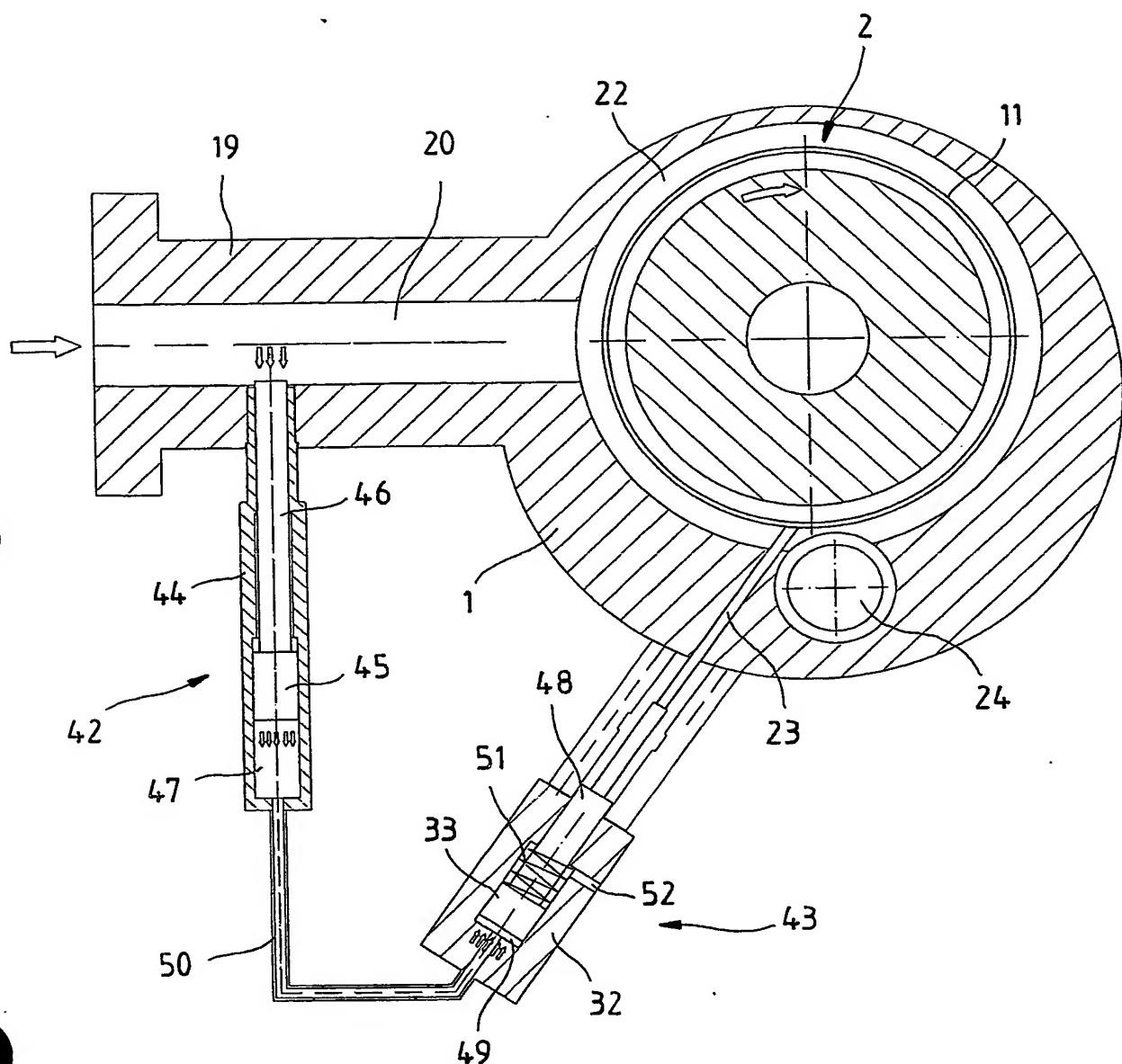


Fig. 4

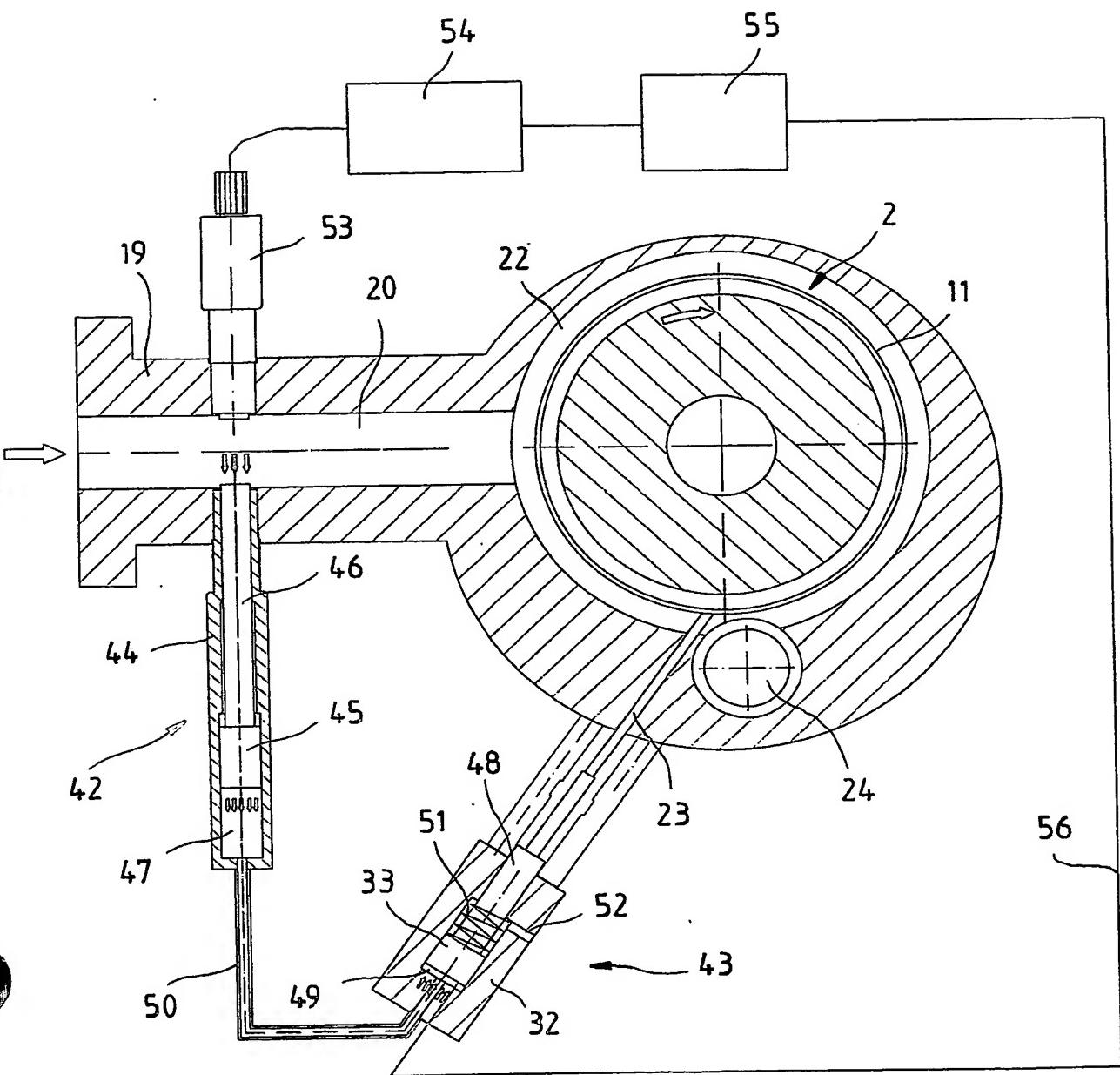


Fig. 5